



## De l'optimisation technique à l'optimisation économique : retour d'expérience

10 novembre 2015

- Les 10 dernières années – et en particulier depuis 2009 – ont été marquées par un développement continu et soutenu du nombre de chaufferies bois installées.
- L'objectif premier de la filière a été « de faire sortir » des projets, et un fort accent a légitimement été porté sur cet accompagnement, avec deux leviers principaux :
  - l'animation de terrain, via les ALE, EIE, associations EnR et/ou forêt-bois,
  - des aides à l'investissement, avec ce bel outil qu'est le fond chaleur renouvelable.
- Un nouvel enjeu est apparu, fondamental : la structuration et sécurisation de la filière d'approvisionnement.
- Un autre doit également être mieux pris en compte, avec des outils d'accompagnement à développer : **le suivi et l'amélioration continue de la performance** des installations, cette performance relevant de plusieurs thèmes, liés :
  - **énergétique** : taux de couverture EnR, rendements,
  - **économique** : prix de la chaleur, stabilité et compétitivité dans le temps,
  - **environnementale** : émissions, gestion des cendres et suies, ..
  - **qualité de service**, sur l'exploitation mais aussi vers les abonnés.

- **Kalice**, bureau d'études et d'AMO spécialisé en chaufferies et réseaux de chaleur EnR (*basé à Aix les Bains et Nantes*), a développé et conduit plusieurs missions et s'est largement investi depuis 3 ans sur ce sujet de la performance :
  - audit et suivi mensuel (*sur 1 à 2 ans*) de 12 réseaux de chaleur bois énergie gérés en régie, en Rhône Alpes, en partenariat avec Rhonalpénergie Environnement, l'association des communes forestières et le Pôle d'Excellence Bois Pays e Savoie;
  - le suivi d'exploitation (mensuel / annuel) de 5 réseaux bois énergie dont nous avons été AMO en amont,
  - audit de 4 chaufferies bois énergie en Bourgogne (pour la Région et l'Ademe Bourgogne),
  - étude des coûts d'investissement et d'exploitation de 120 chaufferies/réseaux bois énergie (*2009-2013*), en partenariat avec Biomasse Normandie, pour le compte de l'Ademe.
- **Le constat est sans équivoque : il existe de fortes marges d'optimisation des projets bois énergie, surtout sur les petites et moyennes installations (< 3 MW bois).**
- Sont présentées ci après des pistes pour s'inscrire dans cette nécessaire dynamique.

- Un point central, qui perdure depuis de nombreuses années : **le surdimensionnement de la chaudière bois** : il dépasse souvent les 50% ...
- C'est un problème à plusieurs niveaux :
  - réduit notablement le rendement de production,
  - conduit à un taux de couverture bois médiocre (<75% au lieu des 90% visés), la chaudière ne pouvant fonctionner en début et fin de saison de chauffe,
    - l'investissement (et les aides publiques mobilisées) est sous utilisé,
  - et donc à un prix de l'énergie globale (bois + appoint) élevé :
    - ***10% de rendement sur une chaudière bois produisant 5 000 MWh par an, cela représente 15 k€HT par an ... soit 3 €HT/MWh !***
- **Premier levier : le dimensionnement soigné des besoins et de la puissance des abonnés**
  - Ce sont ces valeurs qui vont déterminer la puissance en chaufferie.
  - Une attention plus grande doit y être portée, dès l'étude de faisabilité, car ces valeurs ne sont généralement plus remises en cause sur la suite du projet (le maître d'œuvre ne disposant généralement pas du budget pour mener ce travail, long)

- Elles doivent être issues :
  - du relevé des consommations, Dju sur 3 ans à minima,
  - de l'analyse précise du fonctionnement du chauffage et de l'ECS, et donc des intermittences, volume des ballons ECS, puissances appelées ...
  - du potentiel d'optimisation de la régulation, puis de maîtrise de l'énergie sur le bâtiment,
  - du calcul du nombre d'heures équivalent pleine puissance sur l'année, comparé aux valeurs standard par typologie de bâtiment : de 1200 heures pour un gymnase à 2900 h pour un hôpital.
  
- Exemple sur un cas réel : réseau avec 2 000 MWh/an pour 1865 KW souscrits
  - entre 20 et 60 % d'écart entre la puissance souscrite (estimée en amont) et la puissance réellement appelée, par abonné
  - et 40% au global : 765 KW
    - un risque en terme d'abonnement perçu si les abonnés font ces calculs simples ...
    - et un surinvestissement d'environ 100 K€HT : *300 KW bois à 325 €HT/KW bois pour un système bois énergie, d'après étude Ademe sur coûts investissement Biomasse*

- **Second levier : le dimensionnement de la puissance bois .. et du nombre de chaudières bois**
  - Bien séparer somme des puissances souscrites et puissance appelée sur le réseau !! Cette confusion est souvent présente sur les installations auditées.
  - Nécessité de simuler, via les intermittences de chaque bâtiment, les puissances appelées jour par jour (monotone)
  - Apparaît la notion de foisonnement, qui peut varier – selon le nombre et la diversité des abonnés – de 15 à 50 % !
- **Croiser l'analyse par la monotone et le nombre d'heures d'équivalent pleine puissance de la/les chaudières bois**
  - Viser à minima 2 500 h /an pour un petit réseau rural ... et 3 500 h pour un réseau urbain de taille moyenne.
- **Autres optimisations**
  - Selon besoins estivaux, penser à installer deux chaudières bois, aux puissances étagées : meilleur taux de couverture et fonctionnement dans les bonnes plages de puissance de chacune.
  - Hydro accumulation, si la part de bâtiments scolaires, sportifs est non négligeable (ballon à ne lier qu'à la chaudière bois), économiseur, condenseur ...

## ○ Dans 90% des cas visités :

- un écart départ – retour au plus de 10°C, au lieu de 25 à 40°C;
- pas de pilotage réel de la température et/ou du débit du réseau, selon la puissance appelée, les besoins réels ...
- et donc des rendements réseaux médiocres : < 85 %
  - Là encore, 5% de gain de rendement de distribution, c'est 1 à 3 €HT/MWh selon la taille du réseau !

## ○ Les actions à engager

- Un fort besoin de **formation** du personnel en charge de l'exploitation des installations (au sein des collectivités ou des exploitants),
- une **conception** à améliorer, notamment sur le dimensionnement du réseau, de leur régulation ... : avoir l'obsession de la performance !!
- Proposer aux abonnés des interventions sur les secondaires, pour avoir des retours les plus bas
  - Suggestion : prévoir une enveloppe pour ces travaux payés dans le budget initial, souvent peu élevée au regard de l'investissement réseau.

- **Sortir du « contrat P2 pas cher et minimaliste »**
  - Pas cher mais rendement global (production + distribution) de 50 % !!
    - Sur 5000 MWh par an, gagner 15 points en rendements de production + distribution c'est 20 à 25 k€HT par an, soit 4 à 5 €HT/MWh !!
    - Cette somme est parfois supérieur au contrat P2 !
  
- **Définir des indicateurs et objectifs de performance**
  - pour les concepteurs et réalisateurs,
  - pour l'exploitant,
  - pour le fournisseur de combustible bois,

**et donc les intégrer à leurs contrats, qui deviennent incitatifs et valorisants**
  
- **Associer intéressement et pénalités aux objectifs de performance**



## Exemple d'indicateurs de performance

| Famille et titre de l'indicateur de performance   | Situation de référence | Objectif de performance |
|---|------------------------|-------------------------|
| <b>Indicateurs de performance énergétique</b>   |                        |                         |
| Rendement de production annuel moyen des chaudières                                       |                        |                         |
| . chaudière bois chaufferie centrale  | 80%                    | > 82%                   |
| . chaudière bois OPAC   | 80%                    | > 82%                   |
| . chaudières gaz appoint  | 90%                    |                         |
| Taux de couverture bois et autres EnR annuel moyen  | 87%                    | > 87%                   |
| <b>Pour chaudières bois</b>   |                        |                         |
| . minimum technique   | 25%                    | < 25%                   |
| . Taux de cendres (chaudières bois), mensuel et annuel                                    | 3%                     | < 3 %                   |
| . Durée utilisation équivalent pleine puissance   |                        |                         |
| . pour chaudière bois chaufferie centrale   | 2800 h                 | > 3000 h                |
| . pour chaudière bois OPAC  | 2300 h                 | > 2500 h                |
| <b>Rendement de distribution (réseau de chaleur)</b>                                      |                        |                         |
| . annuel moyen  | 90%                    | > 90%                   |
| . mensuel mini  | 70%                    | > 70%                   |
| <b>Consommation d'électricité par chaudières et pompes réseau , en Kwhélec/MWh livrés</b> |                        |                         |
|   | 30                     | < 30                    |
| <b>Typologie et qualité du combustible bois</b>   |                        |                         |
| . % de plaquettes forestières   | 50%                    | > 50%                   |
| . % de connexes de 1 <sup>ère</sup> transformation  | 40%                    | < 50%                   |
| . % de bois d'emballage non traités (et hors statut déchet)                               | 10%                    | < 15%                   |
| . Taux d'humidité sur brut maxi   | 40%                    | < 40%                   |
| . Granulométrie maxi chaudière bois OPAC Volouise   | 63 mm                  | < 60 mm                 |
| . Granulométrie maxi chaudière centrale   | 125 mm                 | < 120 mm                |
| . Taux de fines maxi  | 5%                     | < 5%                    |

- **Mettre en place des contrats adaptés à cette dynamique de performance :**
  - **nécessité de limiter les intervenants multiples, situation courante mais ne permet aucun engagement de performance ... et donc aucune garantie pour le maître d'ouvrage et les abonnés**
  - **Les « bons élèves » :**
    - avec financement par le maître d'ouvrage
      - conception – réalisation,
      - conception – réalisation – exploitation – maintenance
      - a minima : P2 + P3 avec objectifs et performance et pénalités/intéressement
        - l'intégration du P1 permet un réel engagement global
    - contrats de délégation avec indicateurs précis, détaillés et objectifs ambitieux
      - et demande d'une note mensuelle sur les indicateurs et mesures préventives / correctives pour atteindre et dépasser les objectifs fixés

- **Au-delà de la mise en place des indicateurs et objectifs ... il faut les suivre !**
- **C'est-à-dire que ce travail ait été prévu, planifié, organisé, avec un budget**
  - soit en interne,
  - soit via un prestataire.
- **Ce n'est quasiment le cas que sur des DSP**
  - car les enjeux économiques sont lourds.
- **Une nouvelle prestation – ou service pour les petites installations – à mettre en place**
  - Cela gagnerait à figurer dans les cahiers des charges /exigences des financeurs;
  - le temps nécessaire est minime : entre 0,5 et 1 jour par mois pour des petits/moyens projets (intégrant l'échange avec exploitant, fournisseur pour engager actions correctives) soit un budget annuel entre 5 et 10 k€HT par an;
  - et le gain économique potentiel est bien supérieur.
- **Un passage obligé pour entrer pleinement dans la performance des installations, nourrir le retour d'expérience, faire monter en compétence les acteurs de la filière !**



Kalice  
énergieclimat

**Kalice** bureau d'études et d'AMO

[www.kalice-energieclimat.fr](http://www.kalice-energieclimat.fr)

19 rue du printemps

73100 Aix les bains

Tél : 06 89 14 62 32

[eddie.chinal@be-kalice.fr](mailto:eddie.chinal@be-kalice.fr)

19 bis rue Madame Curie

44 400 Rezé

Tél : 06 52 90 72 14

[gerald.bordier@be-kalice.fr](mailto:gerald.bordier@be-kalice.fr)